

Hikmawati, Mikro Mineral Essensial (Co, Ni dan V) serta Sifat Bio-Fisika Kimia pada Madu Asal Mallawa

MIKRO MINERAL ESSENSIAL (Co, Ni DAN V) SERTA SIFAT BIO-FISIKA KIMIA PADA MADU ASAL MALLAWA, SULAWESI SELATAN

Hikmawati¹⁾, Alfian Noor²⁾, dan Hasnah Natsir³⁾

^{1,2,3} Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin
Email : Ijubelz17@yahoo.co.id

ABSTRACT

Honey has various ingredients that contribute to its unique properties. Honey used for nutritional, medicinal, industrial and an important commodity in the international market. Mineral composition is one of the most important factors in the quality of honeys because its can affects the bio-physic chemical properties. To ascertain quality of Mallawa's Honey, analysis mineral essential content (Co, Ni and V), and bio-physic chemical of 5 samples from different locations in its was carried out. Within ICP-OES, cobalt, nikel and vanadium contents of the samples had average values of 0,0358 ppm, 0,0174 ppm, and 0,0100 ppm. Moisture and ash contents values of 24,2629 % and 0,4211 %. EC contents gave an average of 0,6463 mS/cm, while free acid contents had a mean value of 46, 7031 meq/kg with pH of 4,1850 and Refractive index of 1,758. The mean of protein contents are 0,8384 % while fat content are 0,0675 %. Total carbohydrate and Energy values showed average values of 74,4100 % and 301,6013 kal. The results of this samples compare favorably with national and international standards.

Key Word : Bio- physic chemical, Honey, Mallawa, Micro mineral essential.

PENDAHULUAN

Lebih dari 67% luas daratan Indonesia berupa hutan (Sanusi, 2010). Potensi hutan Indonesia tersebut memberikan manfaat berupa hasil hutan kayu dan hasil hutan non kayu. Madu merupakan salah satu produk hasil hutan non kayu yang menjadi primadona komoditi utama dan meningkatkan penghasilan valuta asing di berbagai negara (Buba dkk., 2013).

Kabupaten Maros merupakan pusat dan inkubator pengembangan lebah madu di Sulawesi Selatan (Mahmud, 2008). Mallawa adalah salah satu Kecamatan di Maros yang memiliki luas hutan mencapai 14.657,54 ha (BPS kabupaten Maros, 2013) dan Sebagian besar penduduknya melakukan panen madu hutan dalam jumlah yang besar yakni sebesar 1,601,25 kg/tahunnya (Mujetahid, 2007).

Madu mengandung berbagai komponen diantaranya karbohidrat, mineral, enzim, dan vitamin (Apriani dkk., 2013) yang memiliki manfaat dalam berbagai aspek, seperti pangan, kesehatan dan kecantikan. Madu merupakan obat tradisional untuk pengobatan penyakit seperti infeksi saluran pencernaan, membalut luka bakar dan borok, serta bermacam-macam penyakit lainnya (Mulu dkk., 2004).

Kandungan mineral dalam madu diantaranya Al, Cr, Ni, V, Co, Ca, Mg, K, Na, Zn, Fe, Cu, dan Mn. Mineral tersebut dapat mempengaruhi sifat bio-fisika (Conti, 2014) dan kualitas madu seperti indeks bias, (Manzoor dkk., 2013) konduksi elektrik, (Fredes dan Montenegro, 2006) pH, kadar abu dan air, warna, dan rasa (Khan dkk., 2008) Mineral dalam madu dapat pula mempengaruhi aktivitas antibakteri dan antioksidan. Sifat-sifat tersebut merupakan faktor yang menentukan harga pasar dunia (Hardman, 2014).

Nikel, kobalt, dan vanadium adalah salah satu penunjang kualitas madu karena ketiganya merupakan mikro mineral esensial bagi kesehatan. Nikel berfungsi menstabilisasi struktur protein, dan antikoagulan pencegah penggumpalan darah (Muarip, 2012). Kobalt diperlukan untuk metabolisme lemak, protein, karbohidrat (Hadziq, 2011) dan radioterapi antikanker (Santoso dkk., 2012). V digunakan untuk pengobatan diabetes dan berperan dalam penyembuhan lika dan metabolisme tulang dan gigi (Palupi dkk., 2013).

Pentingnya penelitian ini disebabkan karena kualitas suatu madu mempengaruhi daya

saing di pasar global. Saat ini, Indonesia mampu menghasilkan madu sebanyak 2000 ton/tahun. Menurut Jaringan Madu Hutan Indonesia (JMHI), 10 % madu tersebut berasal dari Sulawesi. Namun kemampuan JMHI memasarkan madu hutan sekitar 13 persen dari total madu dan selebihnya hanya dikonsumsi oleh masyarakat lokal disebabkan karena belum adanya penjaminan kualitas madu. Jika ingin masuk ke pasar industri, perlu ada peningkatan mutu madu hutan agar sesuai dengan standar yang diinginkan industri atau persyaratan nasional (Nuryati, tanpa tahun).

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel madu dilakukan di lima titik pada hutan Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.

Analisis Mineral Co, Ni, dan V pada Madu

kobalt, Nikel, dan Vanadium pada madu asal Mallawa dianalisis menggunakan instrument ICP-OES merk Perkin elmer-Optima 8000 dengan destruksi menggunakan HNO_3 .

Analisis Sifat Fisika Kimia Madu

Kadar abu dihitung dengan cara madu dimasukkan kedalam tanur listrik *isotherm muffle furnace* 182 pada suhu 500-600 °C hingga diperoleh abu berwarna putih. Analisis pH dan Keasaman dengan cara madu dilarutkan dalam akuabides bebas CO_2 , pH diukur menggunakan pH-meter *Lutron* 201. Keasaman madu dihitung dengan titrasi NaOH 0,1 N menggunakan indikator pp hingga pH menunjukkan 8,3 selama 10 detik.

Analisis Daya hantar listrik dianalisis dengan cara madu dilarutkan dalam

Komposisi dan sifat Bio-Fisika kimia madu berbeda-beda di setiap negara karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tanah, iklim dan vegetasi daerah (Buba dkk., 2013). Madu asal Kecamatan Mallawa belum pernah diteliti sehingga tidak ditemukannya data mengenai penjaminan kualitas madu tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas madu yang ada di Mallawa dengan analisis kandungan mineral Co, Ni dan V serta beberapa sifat bio-fisika kimia seperti daya hantar listrik, pH, indeks bias, kadar air, abu, karbohidrat, lemak, protein dan kalori.

akuademineralisasi kemudian Konduktivitas dibaca menggunakan konduktometer *Bench Mi* 180 pada suhu 20 °C. Indeks bias sampel madu dibaca menggunakan refractometer Atago pada suhu 20 °C. Kadar air dalam madu ditetapkan dengan membandingkannya terhadap nilai indeks bias.

Analisis Sifat Biokimia Madu

Kadar protein dianalisis menggunakan metode Lowry dengan larutan standar BSA 0,1 mL/g dan pengukuran absorbansi dengan instrument spektrofotometer 20D+. Kadar Lemak dianalisis dengan cara madu diekstraksi dengan kloroform.

Rumus yang digunakan untuk menentukan kadar karbohidrat adalah

$$\% \text{ Karbohidrat} = [100 - \text{kadar (protein + lemak + abu + air)}] \%$$

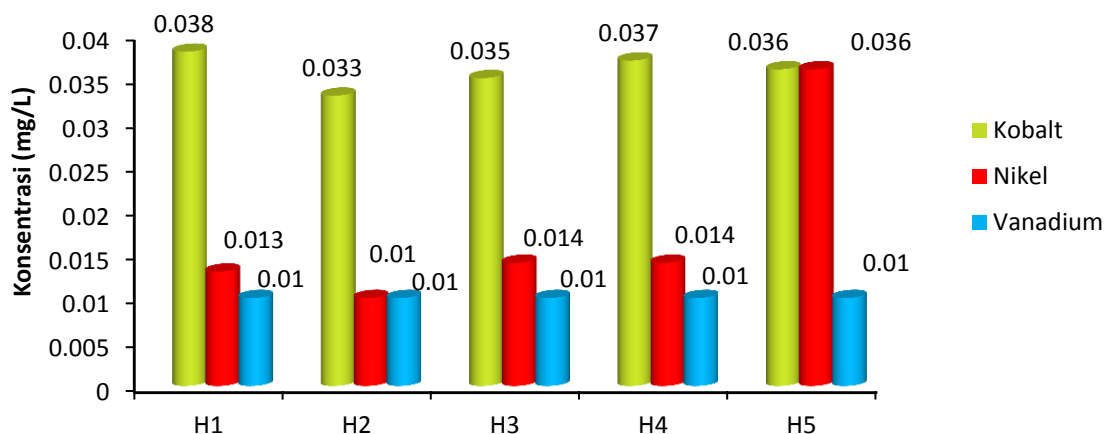
Nilai kalori dihitung dengan

$$\text{Nilai Kalori (kal)} = (9 \times \% \text{ lemak}) + (4 \times \% \text{ protein}) + (4 \times \% \text{ karbohidrat}) \text{ kal.}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kobalt, nikel dan vanadium dilakukan karena ketiga mineral ini merupakan kontrol kualitas dalam madu, apabila ketiga mineral ini terkandung dalam madu dalam jumlah yang telah ditentukan maka dapat meningkatkan kualitas madu. Ketiga mineral tersebut merupakan unsur runtu yang langka dalam madu dan hanya madu tertentu yang

mengandung ketiganya terutama vanadium. Selain itu, kobalt, nikel dan vanadium merupakan mikro mineral esensial yang dibutuhkan bagi kesehatan tubuh, sekalipun terdapat dalam jumlah yang sangat kecil, tetapi merupakan kunci penentu kehidupan. Hasil uji ketiga mineral ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik konsentrasi Co, Ni, dan V dalam madu Mallawa

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa diantara ketiga mineral tersebut yang paling dominan adalah Co, lalu Ni sedangkan yang paling rendah adalah vanadium. Hal ini disebabkan karena konsentrasi mineral dalam madu dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya seperti tanah, air dan tanaman terutama bunga.

Konsentrasi Co dalam madu asal Mallawa lebih tinggi dibandingkan yang lain karena urutan kelimpahan ketiga mineral ini di alam adalah $Co > Ni > V$. Kandungan Co di tanah sekitar 0,1-70 ppm, kandungan Ni di tanah sekitar 0,2-20 ppm sedangkan V merupakan mineral langka yang terkandung dalam tanah, hanya tanah tertentu yang mengandung vanadium seperti tanah tar dan pasir kuarsa (Sulistiyo dan Nurmakaromah, 2012).

Selain itu, menurut Agung (2015), mineral kobalt banyak terdapat pada tanaman berbunga seperti kacang-kacangan dan polong-polongan karena dalam tanaman tersebut Co berfungsi sebagai fiksasi nitrogen oleh bakteri di nodul akar serta meredakan penuaan usia di jaringan karena mampu menghambat ACC oksidase dan mengurangi produksi ETH (Vioque dan Castellano, 2006). Ni hanya terdapat pada tanaman berdaun lebar dan tidak bebunga seperti daun teh, tembakau, dan selada yang berfungsi mempercepat pertumbuhan tanaman terutama batang dan daun. Sedangkan V terdapat pada bawang putih dan beberapa tanaman umbi yang berfungsi untuk mempercepat reproduksi azotobacter (Lee dkk., 2009). Kandungan mineral dalam tanaman terutama bunga dapat mempengaruhi kandungan

mineral dalam madu karena adanya akumulasi mineral dari nektar yang dihisap oleh lebah menuju madu yang diproduksi.

Nilai konsentrasi Co madu asal Mallawa adalah sekitar 0,0358 mg/L telah memenuhi standar yakni 0,01-0,035 mg/L. Hal ini lebih besar daripada kobalt yang terkandung dalam madu yang dianalisis oleh Conti dkk., (2014) dari Argentina yakni sebesar 0,01 ppm namun lebih kecil daripada madu yang dianalisis oleh Alqarni dkk., (2012) dari Saudi Arabia sebesar 1 ppm, dari Pakistan sebesar 0,9878 mg/kg oleh Khan dkk., (2008) serta Chili sebesar 0,05 mg/kg (Fredes dan Montenegro, 2006).

Menurut Sofyan (2007), kobalt berperan dalam sintesis dan penstabil struktur biomolekul yang menunjang fungsi biologi sebagai komponen nutrisi spesifik, yaitu satu atom Co terdapat di pusat molekul vitamin B₁₂. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa madu asal Mallawa mengandung Co mengindikasikan bahwa madu asal Mallawa mengandung Vitamin B₁₂ yang berfungsi sebagai kofaktor penting dalam sintesis enzim metionin dan sebagai pengobatan pada pasien diabetes tipe II (Okochi dan Okpuzor, 2005).

Konsentrasi rata-rata Ni pada madu asal Mallawa sebesar 0,0140 mg/L telah memenuhi standar yakni 0-0,051 mg/L. Konsentrasi ini lebih kecil dibandingkan dengan madu yang bersumber dari negara lain seperti yang dianalisis Derebasi dkk., (2014) sebesar 0,14 mg/kg dari Turki, dan 0,23 mg/kg dari New Zealand oleh Emmertz (2010) serta 0,235 mg/Kg dari Switzerland (Bogdanov, 2008).

Adanya kandungan Ni di dalam madu asal Mallawa mengindikasikan bahwa madu ini sangat penting bagi kesehatan tubuh karena nikel membantu produksi sel darah merah dan hemoglobin, serta meningkatkan penyerapan zat besi di saluran pencernaan (Muarip, 2012).

Vanadium yang terdeteksi dalam madu asal Mallawa sebesar 0,01 mg/L telah memenuhi standar yakni $\leq 0,013$ mg/L. Diantara beberapa peneliti yang menganalisis mineral dalam madu hanya beberapa yang terdeteksi seperti madu yang bersumber dari Argentina hanya mengandung 0,01 ppm yang dianalisis oleh Conti dkk (2014) dan tidak terdeteksi pada Madu asal Malaysia (Chua dkk., 2012) serta beberapa peneliti yang telah dijelaskan di atas. Hal ini menandakan bahwa madu yang bersumber dari Mallawa merupakan madu yang istimewa karena madu ini mengandung vanadium yang berfungsi sebagai perawatan kesehatan jantung, tulang dan gigi serta penyembuhan luka (Palupi dkk., 2013; Okochi

dan Okpuzor, 2005), meningkatkan kinerja otak, sistem reproduksi, dan membantu penyerapan zat besi dalam darah (Soetan dkk., 2010) serta sebagai pengobatan pasien diabetes (Sulistiyo dan Nurmukaromah, 2012). Salah satu faktor terdapatnya Vanadium dalam madu Mallawa adalah karena tanah daerah Mallawa tersusun dari kuarsa (Heridictus, 2013), menurut Lesbani (2011), dalam pasir kuarsa terdapat vanadium.

Analisis beberapa parameter sifat fisika kimia madu asal Mallawa dilakukan berdasarkan standar nasional yakni yang termuat dalam SNI nomor 01-3545-2013-Madu dan Standar Internasional yang termuat dalam *International Honey Commission* (IHC) diantaranya pH, keasaman, indeks bias, daya hantar listrik, kadar abu dan kadar air. Hal ini dilakukan karena sifat fisika kimia madu merupakan hal yang penting dalam penentuan kualitas madu. Hasil uji sifat fisika kimia madu asal Mallawa tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sifat fisika kimia madu Mallawa

Nilai	Kadar Abu (% b/b)	DHL (mS/cm)	pH	Keasaman (meq/Kg)	Indeks Bias	Kadar Air (% b/b)
Min	0.3498	0.6135	4.0500	44.5447	1.4710	23.1260
Max	0.4869	0.6850	4.3850	49.6989	1.4787	26.1565
Median	0.4283	0.6415	4.1650	46.0355	1.4766	23.9579
Rata-rata	0.4211	0.6463	4.1850	46.7031	1.4758	24.2629
Syarat SNI	$\leq 0,5$	-	-	≤ 50	-	≤ 22
Standar IHC	≤ 0.6	≤ 0.8	3.6 – 5.6	≤ 50	1.1 - 1.9	14-21

Kadar abu merupakan aspek penting dalam penentuan fisika kimia madu karena secara fisika kadar abu mempengaruhi warna madu. Sedangkan secara kimia, kadar abu menunjukkan korelasi terhadap konsentrasi total mineral dalam madu. kadar abu yang terkandung dalam madu asal Mallawa sebesar 0,4211 % telah memenuhi standar Nasional yakni maksimum 0,5% dan standar Internasional bahwa seharusnya tidak lebih dari 0,6 %.

Keasaman menunjukkan banyaknya asam bebas yang terdapat dalam larutan. Asam bebas dalam madu bersumber dari asam organik yang banyak terkandung dalam madu seperti asam asetat dan asam oksalat dan sebagian kecil dari mineral-mineral seperti Co, Ni , V, K, dan

Na. Derajat keasaman larutan dapat pula ditentukan dengan nilai pH, semakin tinggi keasaman madu maka Semakin kecil pH dalam madu. Nilai pH minimum 4,0500 terdapat pada sampel H₂ yang memiliki keasaman tertinggi dan nilai pH maksimum 4,3850 terdapat pada sampel H₁ dengan keasaman terendah. Data tersebut menunjukkan bahwa pH madu asal Mallawa telah memenuhi syarat standar pH madu secara Internasional yakni 3,6–5,6. Menurut Eleazu dkk. (2013), pH mempengaruhi kualitas madu seperti kestabilan dan lama penyimpanan madu, pH madu yang rendah menyebabkan bakteri tidak dapat berkembang dengan baik karena bakteri mampu berkembang pada pH netral atau basa (Chua dkk., 2012).

Hantar Listrik madu asal Mallawa sekitar 0.6463 mS/cm telah memenuhi syarat bahwa Nilai maksimum DHL di dalam madu adalah 0,8 mS/cm. DHL adalah kemampuan suatu material dalam menghantarkan arus listrik. DHL terdapat pada seluruh makanan, tanah, dan air. DHL bersumber dari komposisi mineral bebas atau ion-ion yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu, DHL dalam madu dipengaruhi oleh kadar abu dan keasamannya.

Kadar air pada madu mempengaruhi kualitas madu terutama keawetannya. Kadar air madu asal Mallawa sebesar 24.2629 %. Kadar air pada madu asal Mallawa sangat tinggi dan melebihi batas standar Nasional dan standar Internasional. Hal ini terjadi karena pada saat pengambilan sampel bertepatan pada musim hujan di bulan april sesuai dengan pernyataan Hardman (2014) bahwa cuaca mempengaruhi kadar air. Pada musim hujan kadar air madu

akan tinggi, bahkan dapat melebihi 23% karena dipengaruhi oleh kelembaban lingkungannya.

Selain itu, dilakukan pula uji biokimia mengenai kandungan nilai gizi yang terdapat pada madu asal Mallawa berupa protein, karbohidrat, lemak dan kalori karena hal ini merupakan makro nutrient yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Analisis ini penting untuk mengetahui komposisi gizi mayor madu yang dapat digunakan untuk menyusun *nutrition fact* yang dicantumkan dalam label kemasan dan bermanfaat dalam penyusunan formula/resep makanan terutama untuk bayi dan yang sedang dalam masa penyembuhan. Selain itu, analisis nilai gizi ini sangat bermanfaat dalam membandingkan kualitas komoditas sejenis yang berpotensi digunakan sebagai bahan makanan sumber kalori, terutama madu. Hasil analisis gizi madu asal Mallawa ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis gizi madu asal Mallawa

Nilai	Protein	Lemak	Karbohidrat	Kalori (kal)
Min	0.4092	0.0187	72.4259	294.3885
Max	1.5068	0.0974	75.3108	305.9116
Median	0.6506	0.0727	74.8075	302.7852
Rata-rata	0.8384	0.0675	74.4100	301.6013

Nilai protein madu asal Mallawa berkisar 0,4092-1,5068 %, Hal ini mendekati nilai protein madu asal berbagai daerah di Indonesia yang dianalisis oleh tim JMHI yang dipimpin oleh Bertoni (2013) dengan nilai berkisar 0,52-1,65 % juga pada madu asal Nigeria yakni 0,35-1,08 % (Buba dkk., 2013). Kadar protein madu asal Mallawa lebih besar dibandingkan beberapa literatur yakni kadar protein dalam madu normalnya kurang dari 0,5 % oleh Hardman (2014), Rata-rata protein dalam madu sebesar 0,3 % (Bagde dkk. (2013), dan menurut Bogdanov dkk. (2008) protein dalam madu sekitar 0,2-0,7 %

Kadar lemak madu asal Mallawa sekitar 0,0187-0,0974 %. Kadar lemak madu asal Mallawa lebih rendah dibandingkan dengan kadar lemak madu asal Nigeria sebesar 0,1-0,5 % (Buba dkk., 2013). Namun lebih tinggi dibandingkan dengan madu yang dianalisis oleh Bagdanov dkk., (2008) dan tim JMHI yang

dipimpin oleh Bertoni dkk., (2013) yang tidak mengandung lemak.

Karbohidrat merupakan komponen terbanyak dalam madu dapat mencapai 85 % terutama monosakarida fruktosa dan glukosa. Selama proses pencernaan, fruktosa dan glukosa dapat dengan cepat ditransportasikan ke dalam darah sehingga cepat pula dimanfaatkan tubuh sebagai sumber energi. Kadar karbohidrat madu asal Mallawa adalah 74,4100 %. Kadar karbohidrat dalam madu asal Mallawa lebih rendah dibandingkan dengan beberapa daerah di Indonesia yang dianalisis oleh tim JMHI sekitar 81,25 % dan madu asal Nigeria sebesar 82,3 %.

Nilai kalori 1 kg madu setara dengan 50 butir telur ayam; 5,7 liter susu; 1,68 kg daging; 25 buah pisang; 40 buah jeruk; dan 4 kg kentang (Kusuma, 2009). Madu memiliki kandungan energi yang tinggi dan gula dalam madu sangat mudah dicerna dalam tubuh seperti yang biasa ditemukan dalam buah-buahan.

Alasan inilah yang menyebabkan madu sebagai makanan yang disarankan untuk bayi dan remaja. Nilai Kalori madu asal Mallawa sebesar

294,3885-305,9116 kal. Nilai kalori madu dari berbagai daerah di Indonesia yang dianalisis oleh Bertoni dkk, 2013 sekitar 324-334 kalori.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata konsentrasi mineral kobalt, nikel dan vanadium yang dikandung dalam madu asal Mallawa berturut-turut adalah 0,0358 mg/L, 0,0174 mg/L dan 0,0100 mg/L. Nilai rata-rata kualitas madu asal Mallawa adalah Kadar air 24,2629 %; kadar abu 0,4211 %; DHL 0,6463 mS/cm; keasaman 46, 7031 meq/kg; pH 4,1850; indeks bias of 1,758; protein 0,8384 %; lemak 0,0675 %; Total karbohidrat 74,4100 % dan Energi adalah 301,6013 kal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa madu asal Mallawa memiliki kualitas yang sesuai dengan SNI dan standar *International Honey Commission*.

Saran

Madu yang di panen untuk dipasarkan sebaiknya dicantumkan mengenai label komposisi dalam madu tersebut terutama kandungan nilai gizi dan mikro mineralnya guna peningkatan daya saing dan pemasarannya. Selain itu, Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai analisis madu asal Mallawa ditinjau dari beberapa parameter lainnya seperti enzim, cemaran mikroba, viskositas, tegangan permukaan, gula pereduksi dan kandungan senyawa volatil dalam madu. Perlu pula dilakukan analisis mengenai keadaan lingkungan tempat pengambilan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, G.F., 2015, *Unsur Hara Mikro*, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra), Banjarbaru.
- Alqarni, A. S., Hannan, M. A., Owayss, A. A., dan Mahmoud, A. A., 2012, Mineral Content and Physical Properties of Local and Imported Honeys in Saudi Arabia, *J. of Saudi Chemical Society*, **30**(1); 1-8.
- Apriani, D., Gusnedi, dan Yenni Darvina, 2013, Studi Tentang Nilai Viskositas Madu Hutan dari Beberapa Daerah di Sumatera Barat untuk Mengetahui Kualitas Madu, *Pillar Of Physics*, **2** (1); 91-98.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Maros, 2013, *Data Maros dalam Angka Katalog BPS*: 102001.7305, Maros.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI), 2013, SNI-01-3545-2013: Madu, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta.
- Bagde, A.B., Sawant, R.S., Bingare, S.D., Sawai R.V., Nikumbh, M.B., 2013, Therapeutic and Nutritional Values of Honey (Madhu), *International Research J. Pharmacy*, **4** (3); 19-22.
- Bertoni, R., Sari, R.K, dan Praptami, T. A., 2013, *Kajian Mutu, Nilai Gizi serta Potensi pada Antibakteri dan Antioksidan (Manfaat) Madu Hutan Indonesia*, Jaringan Madu Hutan Indonesia, Pontianak.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P., 2008, Honey for Nutrition and Health, *American J. College of Nutrition*, **27**; 677-689.
- Buba F., Gidado, A., dan Shugaba A., 2013, Analysis of Biochemical Composition of Honey Samples from North-East Nigeria, *Biochem Anal Biochem J.*, **2**(3); 1-7.
- Conti, M. E., Finoia, M. G., Fontana, L., Mele, G., Botrè, F., dan Lavicoli, I., 2014, Characterization of Argentine Honeys on the Basis of their Mineral Content and Some Typical Quality Parameters, *Chemistry Central J.*, **8** (44); 1-10.
- Chua, L.S., Abdul-Rahaman N., Sarmidi, M.R., dan aziz R., 2012, Multi-Elemental Composition and Physical Properties of honey Samples from Malaysia, *Food Chemistry*, **135**; 880-887.
- Derebasi, E., Bulut, G., Col, M., Guney, F., Yasar, N., dan Erturk, O., 2014, Physicochemical and Residue Analysis

- of Honey from Black Sea Region of Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, **23**(1); 10-17.
- Eleazu, C.O., Iroganachi, M.A., Eleazu, K.C., dan Okoronkwo, J.O., 2013, Determination of the Physico-chemical Composition, Microbial Quality and Free Radical Scavenging Activities of Some Commercially Sold Honey Samples in Aba, Nigeria: 'the Effect of Varying Colours', *International J. Biomedical Research*, **4** (1); 32-41.
- Emmert, A., 2010, *Mineral Composition of New Zealand Monofloral Honeys*, Swedish University of agricultural Sciences, Uppsala.
- Fredes, C., dan Montenegro, G., 2006, Heavy Metals And Other Trace Elements Contents In Chilean Honey, *Ciencia e Investigacion Agraria*, **33** (1); 50-58.
- Hadziq, A., 2011. *Status Fisiologis dan Performa Pedet Peranakan Friesian Holstein Prasapih yang Diinokulasi Bakteri Pencerna Serat dengan Pakan Bersuplemen Kobalt*. Skripsi tidak diterbitkan, Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardman, R., 2014, *Honey in Traditional and Modern Medicine*, CRC Press, London.
- Heridictus, 2013, *Keterdapatan Batubara di Sulawesi Selatan*, Geoscience Unhas, Makassar.
- Khan, Z., F., Saif-ur-Rehman, dan Maqbool T., 2008. Physical and Spectroscopic Characterization of Pakistani Honey *Ciencia e Investigacion Agraria*, **35** (2); 199-204.
- Kusuma, S.A.F., 2009, *Pemeriksaan Kualitas Madu Komersial*, Karya Ilmiah, Universitas Padjajaran.
- Lee, C.C., Hu, Y., Ribbe, M.W., 2009, Unique Features of the Nitrogenase VFe Protein from *Azotobacter Vinelandii*, *PNAS*, **106** (23); 9209-9214.
- Lesbani, A., 2011, Studi Interaksi Vanadium dan Nikel dengan Pasir Kuarsa, *J. Penelitian Sains*, **14**(4) ; 43-46.
- Mahmud, A., 2008, Pengembangan Lebah Madu dalam Rangka Gerakan Pembangunan Masyarakat di Provinsi Sulawesi Selatan, Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Selatan, *J. Hutan dan Masyarakat*, **3** (1); 001-110.
- Manzoor, M., Mathivanan, V., Shah, G. H. N., Mir, G. M., dan Selvisabhanayakam, 2013, Physico-Chemical Analysis of Honey of *Apis Cerana Indica* and *Apis Mellifera* from Different Regions of Anantnag District, Jammu & Kashmir, *International J. of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **5** (3); 635-638.
- Muarip, S., 2012, *Kompleks Kobalt (Co) dan Nikel (Ni) dalam Tubuh*, (Online) (<http://al-chemi.blogspot.com> diakses pada tanggal 6 Februari 2015).
- Mujetahid, A., 2007, Teknik Pemanenan Madu Lebah Hutan oleh Masyarakat Sekitar Hutan di Kecamatan Mallawa Kabupaten Maros, *J. Perennial*, **4**(1); 36-40.
- Mulu, A., B. Tessema dan Derby, F., 2004, In vitro Assesment of the Antimicrobial Potential of Honey on Common Human Patogens, *Ethiop J Health Dev.*, **18** (2); 107-111.
- Nuryati, S., Tanpa tahun, *Status dan Potensi Pasar Madu Organisme Nasional dan Internasional*, Graha Sukadama, Bogor.
- Okochi, V. I., dan Okpuzor, J., 2005, Micronutrients as Therapeutic Tools in the Management of Sickle Cell Disease, Malaria and Diabetes, *African J. Biotechnology*, **4** (13); 1568-1579.
- Palupi, N. S., Zakaria, F. R., dan Prangdimurti, E., 2013, *Evaluasi Nilai Biologis Vitamin dan Mineral*, IPB, Bogor.
- Santoso, W. B., Istofa, Santoso, B., Rozali, B., 2012, *Perekayasa Perangkat Radioterapi Eksternal Menggunakan Cobalt-60*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir, Batan.
- Sanusi, A., 2010, *Pembungaan Tanaman Pakan Lebah Madu Berdasarkan Periode Hujan Pada Tiga Tipe Iklim di Kabupaten Deli Serdang*, Universitas Sumatra Utara, Sumatra.
- Soetan, K.O., Olaiya, C.O., dan Oyewole, O.E., 2010, The Importance of Mineral Elements for Humans, Domestic Animals

- And Plants, *African J. Food Science*, **4**(5); 200-222.
- Sofyan, R., 2007, Pengaruh Variabilitas Biologi pada Penentuan Unsur Runutan dalam Sains Biomedik, *maj. Kedokt.Indon.*, **57**(1); 1624
- Sulistiyo, L., dan Nurmukaromah, 2012, *Molibdenum, Vanadium Dan Kromium* (Online) (<http://al-chemi.blogspot.com> ldiakses pada tanggal 6 Februari 2015).
- Vioque, S., dan Castellano,J.M., 2006, Extraction and Biochemical Characterization of 1-aminocyclo propane-1-carboxylic Acid Oxidase from Pear, *J.Physiologia Plantarum*, **90**(2); 334-338.